

会員の頁

1. サンゴバン・イゾベール社の「造船用防熱材U-SeaProtect®」と「SeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材」のご紹介
2. 「平成29年度 見学会」報告
3. 「平成29年度 技術講習会」報告
4. Q & A コーナー

1. サンゴバン・イゾベール社の「造船用防熱材U-SeaProtect®」と「SeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材」のご紹介

キャロル デュランテ
(Carole DURANTET)
サンゴバン イゾベール社
(Saint-Gobain Isover)

1. はじめに

弊社マグ・イゾベール(株)は、国内3製造拠点でグラスウール製品を製造・販売するメーカーであります。2008年に仏サンゴバン・グループの一員となつてからはグループ各社が海外で生産・販売する製品も国内にて輸入販売をしています。

今回は、弊社が輸入販売している造船用防熱材と遮音材製品をご紹介します。



国内における採用例

2. 最新の船内騒音規制の動向

2007年10月に開催されたIMO(International Maritime Organization)第83回海上安全委員会(MSC83)において、船員の健康保持のために「機関室等から発生する騒音」および「船員の騒音曝露」を一定以下に抑えることを勧告する船内騒音コード(IMO Res.468(XII):非強制 以下、現行コードという)について、デンマークを中心とする欧州諸国より、本コードの強化および強制化の提案があり、その後、騒音規制値、騒音の計測方法、計測装置等について見直しが行われていた。

2012年11月に開催されたIMO第91回海上安全委員会(MSC91)において、同年5月開催のIMO第90回海上安全委員会(MSC90)において承認された船内騒音コードの改正案および同コードを強制化する「SOLAS条約第II-1章第3-12規則」が一部修正のうえ採択された。なお、改正船内騒音コードは以下のいずれかに該当する1600GT以上の新造船に適用される。

- 2014年7月1日以降の建造契約
- 2015年1月1日以降の起工(建造契約が無い場合)
- 2018年7月1日以降の引渡し

3. 弊社防熱材料Ultimate®のご紹介

造船用に用いられる防熱材料にはストーンウール(以下、SWという)が一般的に使われるが、従来のSW製品には重量比で30~40%の「ショット」と呼ばれる繊維先端が分離、固化した塊状の粒子が含まれています。この「ショット」はヒートブリッジ要因となり、SW製品の防熱・断熱性能に影響するほか、密度重量を上げ、圧縮に対して弱く脆い(取り扱い時に粉塵が

出る)原因にもなっています。

サンゴバンの断熱材事業部(Isover)では今から十数年前に特別な製造プロセスを開発することでグラスウール(以下、GWという)の軽量で断熱・吸音性能に優れた特長とSWの高い防熱・断熱・吸音性能、圧縮強度を併せ持った画期的なSW材料Ultimate®を開発・上市しました。Ultimate®の特長は以下の通りです。

- SW材質による高い防熱性能
- 100% 繊維化され、ショットを含まない(柔らかく、粉塵が少ない)
- 一般的なSWに比べ、低い密度重量で高い防熱・

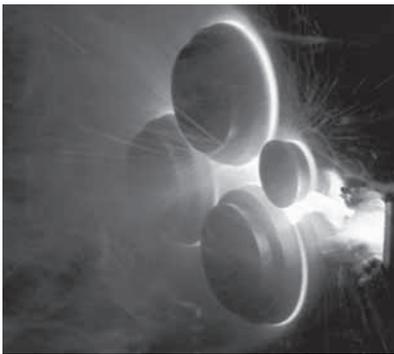


写真1 一般的なSWの繊維化設備



写真2 Ultimate®の繊維化設備

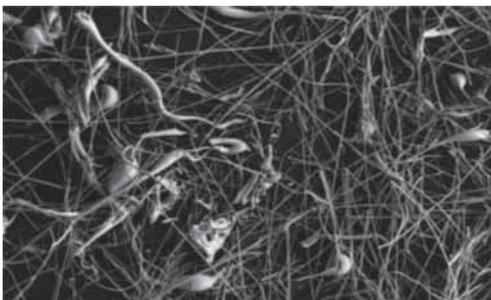


写真3 SWの拡大写真

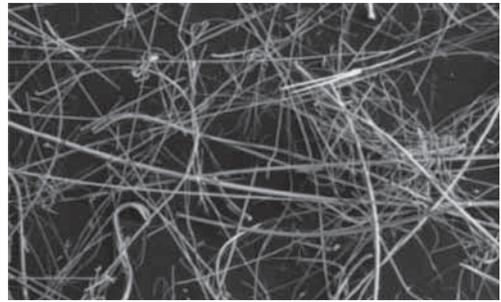


写真4 Ultimate®の拡大写真

断熱性能を実現

4. 造船用防熱材U-SeaProtect®と遮音材料SeaProtect dB-Flex Alu®のご紹介

4.1 造船用防熱材U-SeaProtect®

Ultimate®技術を用いた造船用防熱材料であり、IMOの海上人名安全条約(SOLAS)に係わる火災試験方法コード(Fire Test Procedures Code)の最新版であるFTP Code 2010をクリアしています。

U-SeaProtect®防熱材の特長は一般的なSWに比べて同じ防熱性能をクリアしつつ平均45%も重量削減が出来ることです。防火区画が多い客船(クルーズ船)や貨客船(フェリー船)においては非常に大きなアドバンテージになります。大型のクルーズ船においては防熱材料の重量だけでも500トンを超えることがあり、一般的なSWをU-SeaProtect防熱材へ置き換えるだけで約250トン近い重量を減らすことが可能となります。個別に他部材や数多くの設備等の重量計算をすることなく、船体重量全体を軽くすることになり、当然運行時の燃料消費を減らすことにも貢献します。



写真5 U-SeaProtect防熱材の外観

4.2 造船用遮音材料SeaProtect dB-Flex Alu®

造船用防熱材U-SeaProtect®と組み合わせて使用することにより、防熱性能と2の項目で触れたIMOの

表1 代表的な防熱材料の組合せによるU-SeaProtect®とSWの重量差

Format	% distribution	Fire Class	U SeaProtect FTP Code 2010				Weight difference	Stonewool FTP Code 2010			
			Plate(1)		Stiffener(0,7)			Plate(1)		Stiffener(0,7)	
			density kg/m ³	thickness mm	density kg/m ³	thickness mm		density kg/m ³	thickness mm	density kg/m ³	thickness mm
Bulkhead	10%	A30	36 kg/m ³	70 mm	76 kg/m ³	25 mm	-46%	100 kg/m ³	50 mm	100 kg/m ³	30 mm
	40%	A60	56 kg/m ³	70 mm	76 kg/m ³	25 mm	-45%	100 kg/m ³	75 mm	100 kg/m ³	30 mm
Deck	15%	A15-A30	24 kg/m ³	50 mm	24 kg/m ³	50 mm	-60%	100 kg/m ³	30 mm	100 kg/m ³	30 mm
	35%	A60	36 kg/m ³	70 mm	76 kg/m ³	25 mm	-46%	100 kg/m ³	50 mm	100 kg/m ³	30 mm
Average weighted difference							-48%				



写真6 SeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材の外観

改正「船内騒音コード」のみならず、より高いレベルでの防音特性要求を満たすことが出来ます。

造船用遮音材料SeaProtect dB-Flex Alu®は、ポリマーシートを基材にガラス繊維メッシュで補強したアルミニウム箔を表面材とした1.5mm厚、3kg/m²の膜材であり、IMOの火災試験方法コード(Fire Test Procedures Code)の最新版であるFTP Code 2010におけるLaw Flame Spread(火炎伝播試験)をクリアしています。

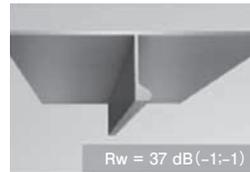
4.3 クワエチュード(Quietude)ソリューション

「クワエチュード(Quietude)ソリューション」は、客船または貨客船の特定エリア(機関室、機械室、デイスコ、映画館、劇場)における非常に高い遮音性能(最大で53-54 dB)を実現します。当該ソリューションは特に重要な中～高音周波数域での遮音効果を発揮し、平穏で静かなクルーズ船を設計するうえで必要な技術的な解決策を提案します。

以下にSeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材とU-SeaProtect防熱材の組合せによる遮音性能を示します。

4.4 最大の遮音性能を得るための最適な組合せ 鋼鉄構造(SeaProtect dB-Flex Alu®無し)

Steel constructions without SerProtect dB-Flex Alu



Steel Plate:
6 mm + Stiffeners × 2
L-shape:
155 mm + 80 mm 10 mm thick
Dimensions: 2.18 m × 1.85 m

Rw = 37 dB (-1;-1)

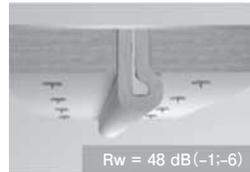


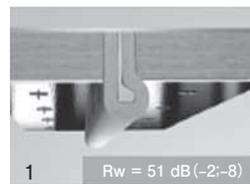
Plate:
U SeaProtect Roll 36 70 mm
Stiffener:
U SeaProtect Slab 76 25 mm

Rw = 48 dB (-1;-6)

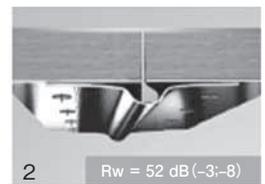
写真7 鋼鉄構造に一般的な防熱兼遮音材を用いた場合

クワエチュード(Quietude)ソリューション

Quietude constructions



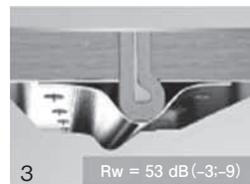
Rw = 51 dB (-2;-8)



Rw = 52 dB (-3;-8)

Plate:
U SeaProtect Roll 36 70 mm
+ SeaProtect dB-Flex Alu
Stiffener:
U SeaProtect Slab 76 25 mm

Plate:
U SeaProtect Roll 36 70 mm
+ SeaProtect dB-Flex Alu
Stiffener:
SeaProtect dB-Flex Alu



Rw = 53 dB (-3;-9)

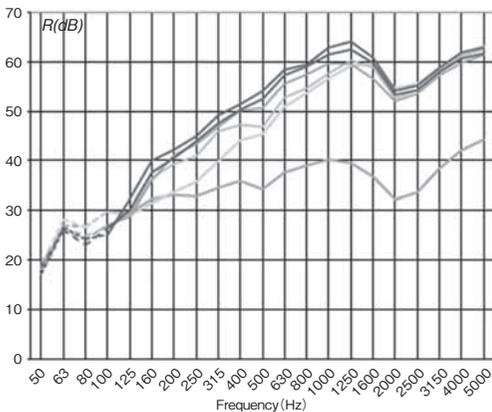


Rw = 54 dB (-3;-10)

Plate:
U SeaProtect Roll 36 70 mm
+ SeaProtect dB-Flex Alu
Stiffener:
U SeaProtect Slab 76 25 mm
+ SeaProtect dB-Flex Alu

Plate: U SeaProtect Roll 36 70 mm
+ U SeaProtect Roll 24 50 mm
+ SeaProtect dB-Flex Alu
Stiffener: U SeaProtect Slab 76 25 mm
+ SeaProtect dB-Flex Alu

写真8 鋼鉄構造に防熱兼クワエチュードソリューションを用いた場合



- Reference Plate 6 mm
- U SeaProtect [36/70] + 76/25
- U SeaProtect [36/70] + 76/25 + SeaProtect dB-Flex Alu only on the plate
- U SeaProtect [36/70] + SeaProtect dB-Flex Alu on the plate & Stiffener (Quick-Cover System)
- U SeaProtect [36/70] + 76/25 + SeaProtect dB-Flex Alu on the plate & Stiffener (Quick-Cover System)
- BCC U SeaProtect [36/70 + 24/50] + 76/25 + SeaProtect dB-Flex Alu on top

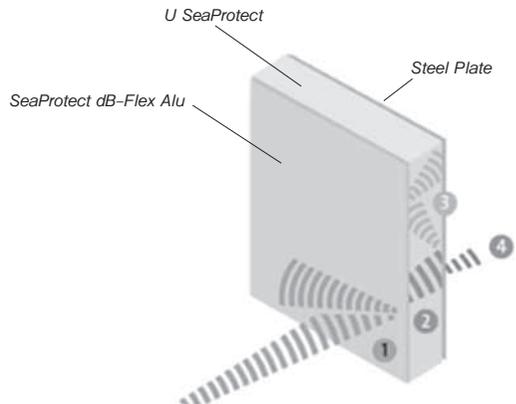
表2 鋼鉄構造にU-SeaProtect®防熱材と遮音材料SeaProtect dB-Flex Alu®を組み併せた場合の遮音性能

4.5 SeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材の役割

SeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材は、粘弾性のあるポリマーシートを基材にガラス繊維メッシュで補強したアルミニウム箔を表面材とした構成(1.5 mm厚、3 kg/m²)で出来ています。

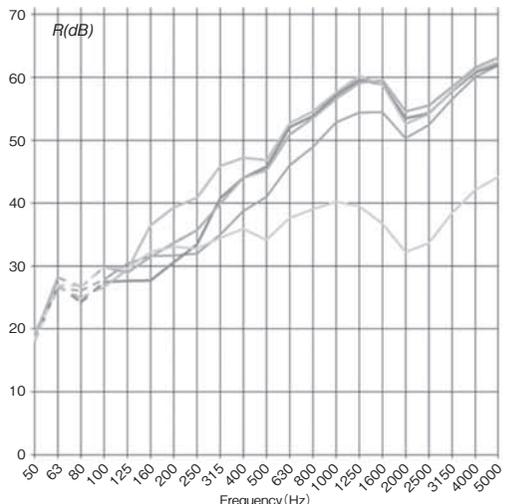
弊社の一般的な遮音構造且つ甲板用A60防火等級の組合せであるU-SeaProtect SlabまたはRoll 36 kg/m³ 70 mm(t)品を甲板部分に、U-SeaProtect Slab 76 kg/m³ 25 mm(t)品を防撓材(Stiffeners)部分に用いた場合、通常の遮音性能は48 dBですが、合わせてSeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材で防撓材(Stiffeners)部分を覆う様に施工した場合は53 dBまで遮音レベルを上げることが出来ます。

これは音響原則の「Mass-Spring-Mass」効果と呼ばれます。鋼鉄製の壁と隔てて、防音材の中空層がバネとして作用するように間に用いて、質量のある層を独立して加えることで、低中周波数レベルでの遮音性能を大きく向上させることが出来ます。非常に復元力の高いUltimate®のようなミネラルウールは、固い一般的なストーンウールに比べてこのような用途に最適と言えます。



図解：The "mass-spring-mass" effect

- ① SeaProtect dB-Flex Alu®遮音膜材は質量層の役割を果たし、騒音の一部を反射してその他騒音を通過させます。
- ② 騒音は柔軟な防音(兼防熱)材であるU-SeaProtectに伝導され、緩衝装置として吸収しながら音波の振幅を減少させます。
- ③ 鋼鉄製の壁は騒音の一部を防音材へと反射し、また防音材はそれを吸収します。
- ④ 最終的に減少された騒音が隣の部屋へと伝わります。



- Steel Plate : 6 mm + Stiffeners × 2 L-shape : 115 mm×80 mm 10 mm thick
- Plate : U SeaProtect 76 25 mm Stiffener : U SeaProtect 76 25 mm Rw = (C;Ctr) = 46 (-2; -6)
- Plate : U SeaProtect 76 25 mm + dB-Flex Alu Stiffeners : U SeaProtect 76 25 mm Rw = (C;Ctr) = 47 (-2; -7)
- Plate : U SeaProtect 36 70 mm Stiffener : U SeaProtect 76 25 mm Rw = (C;Ctr) = 48 (-1; -6)
- Plate : U SeaProtect 36 70 mm + dB-Flex Alu Stiffeners : U SeaProtect 76 25 mm Rw = (C;Ctr) = 51 (-2; -8)

表3 甲板部に低密度70 mm(t)と高密度25 mm(t)を用いた場合のSeaProtect dB-Flex Alu®の効果の違い

SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を「甲板部分：U SeaProtect 76 kg/m³ 25 mm(t) +防撓材(Stiffeners)部分：U SeaProtect 76 kg/m³ 25 mm(t)」の防熱材構成に用いた場合は、低-中周波数における遮音効果(47 dB)は比較的小さくなります。これは比較的硬い防音材は中空層におけるバネ効果を限定させるからです。

これは単純にSeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を用いずに、甲板部分に使用する防熱材をU SeaProtect 76 kg/m³ 25 mm(t)からU SeaProtect 36 kg/m³ 70 mm(t)に置き換えるだけで遮音効果が46 dBから48 dBに改善することからも明らかです。

従いまして、当社としてはより高い遮音性能を求められる場合には、薄くて高密度の防熱材との組合せは推奨していません。

SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を「甲板：U SeaProtect 36 kg/m³ 70 mm(t) +防撓材(Stiffeners)：U SeaProtect 76 kg/m³ 25 mm(t)」の防熱材構成に用いた場合、より大きなバネ効果(+ 3 dB)を低-中周波数域において得られます。

5. SeaProtect dB-Flex Alu[®] 遮音膜材の正しい使い方

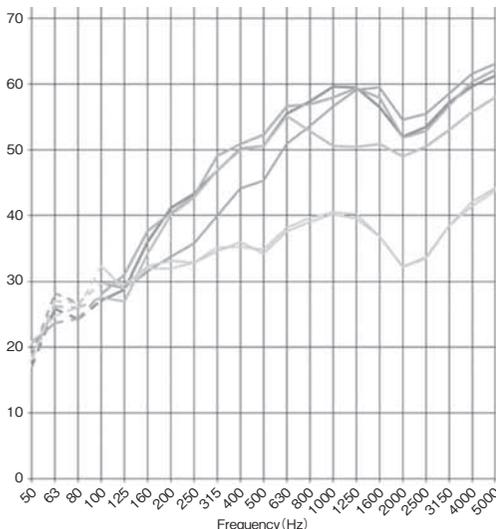


表4 各組合せによる遮音性能の違い

試験的に社内研究所で行なった計測では同じ厚み(70 mm)で密度の違うU-SeaProtect[®]防熱材を36 kg/m³品と56 kg/m³品と比較してみた結果、高い密度の製品での遮音性能の改善は見られなかった。つまり防音(兼防熱)材の密度を上げることは遮音性能の改善には必要ないことのもうひとつの例になります。

写真8の1にあるように、SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を甲板部のU SeaProtect 36 kg/m³ 70 mm(t)だけを覆うように用いて、防撓材(Stiffeners)部分を覆わない場合は、中-高周波数域における音漏れを生じる為、検査官が使用に関して比較的高周波数域における遮音性能を重視しない場合を除き、当社としては推奨していません。

また、SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を防音(兼防熱)材の表面に接着して施工される場合には、機械強度的観点から必ず密度36 kg/m³以上のU-SeaProtect[®]防熱材を使用することを義務付けてください。

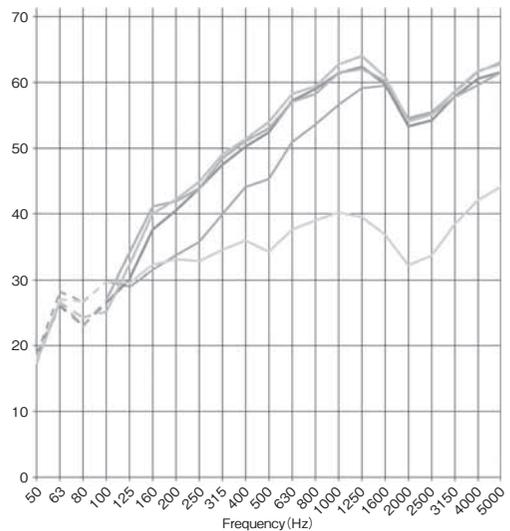


表5 各組合せによる遮音性能の違い2

表5の青線および緑線「甲板部分：U SeaProtect 36 kg/m³ 70 mm(t) +防撓材(Stiffeners)部分：U SeaProtect 76 kg/m³ 25 mm(t)」において、甲板部の防熱材に一層(+ 3 kg/m²)または二層(+ 6 kg/m²)、防撓材部の防熱材に一層SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を施工した場合、SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音

膜材を全く施工しない場合(黄線)に比べて、全体的な遮音レベルは中～低周波域を中心に大幅に改善します。

しかし、全体的な遮音レベルは甲板部分の防熱材U SeaProtect 36 kg/m³ 70 mm(t)にSeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材を二層施工しても一層だけの場合と比べ、+1 dBしか遮音性能改善出来ません。

ここで明確なことは、遮音膜材を二重にすることはより高いコストを掛けて「防熱材+遮音膜材」の全体の平米重量を増やすばかりで遮音性能の改善にはあまり効果が無いことです。それよりもピンク線に示すように、より密度の軽いU SeaProtect 24 kg/m³ 50 mm(t)を甲板部分の防熱材に一層重ねて施工すれば、同等の遮音性能をよりコスト安く軽く(+1.2 kg/m²)得ることが出来ます。

ここでの例示は、「Mass-Spring-Mass」効果においては、Mass部分の防護膜重量を増やすよりも防音(兼防熱)材の厚みを増やし、Spring効果を増やしたほうが遮音性能を改善する費用対効果が良いことを示しています。

6. おわりに

今回は、弊社の主力である住宅市場向けではないテクニカル・インシュレーション市場向け製品の「造船用防熱材U-SeaProtect[®]」と、その遮音材料である「SeaProtect dB-Flex Alu[®]遮音膜材」をご紹介させて頂きました。

最後に、今後も弊社ならびにサンゴバン・グループの音響分野に関係する製品群をご紹介させて頂く機会を頂ければ幸いに存じます。

平成30年度講習会年間計画 一般社団法人 日本音響材料協会

■音響基礎講習会

開催日：平成30年7月(予定)

場 所：港区虎ノ門 吉野石膏会議室

- 講習内容：1. 音の基礎
2. 音響材料について
3. 騒音・振動の防止
4. 室内音場
5. 音響測定

■技術講習会

開催日：平成30年11月(予定)

場 所：港区虎ノ門 吉野石膏会議室

■防音勉強会

開催日：平成30年5月・11月(予定)

場 所：当協会(ローレル三田会議室)

*詳しくはホームページに掲載いたします。